

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 43 45 099 A 1

⑯ Int. Cl. 6:

E2  
F16D 1/06

⑯ Aktenzeichen: P 43 45 099.7  
⑯ Anmeldetag: 31. 12. 93  
⑯ Offenlegungstag: 6. 7. 95

⑯ Anmelder:

Alpha Getriebbau GmbH, 97999 Iggersheim, DE

⑯ Vertreter:

Pfusch, V., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 70374 Stuttgart

⑯ Erfinder:

Wittenstein, Manfred, Dipl.-Ing., 97999 Iggersheim, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	37 32 223 C2
DE-PS	4 40 158
DE	40 19 119 A1
US	44 16 564
SU	17 39 111
SU	16 12 142
SU	5 01 208

⑯ Wellen-Befestigung

⑯ Bei einer Wellen-Befestigung, bei der die Welle über einen an dieser vorgesehenen über einen Teilbereich ihrer Länge gezahnten, insbesondere gerändelten, Bereich formschlüssig in eine Bohrung eines Aufnahmeteiles eingepräst ist, soll die Zentriergenauigkeit erhöht werden.

Zu diesem Zweck sind vor und nach dem gezahnten Wellen-Bereich zylindrische Zentrierabschnitte zur paßgenauen Festlegung innerhalb der Aufnahmebohrung vorgesehen.

Die Aufnahmebohrung ist in drei durchmesserverschiedene Längenbereiche aufgeteilt. Auf der Länge des zu befestigenden Wellenteils müssen mindestens zwei durchmesserverschiedene Längenbereiche existieren.

Hierdurch ist es möglich, das Einschneiden des gezahnten Wellenbereiches bei spätestens gleichzeitig vorhandener davor und dahinter liegender Zentrierung der Welle innerhalb der Aufnahme-Bohrung durchzuführen.

DE 43 45 099 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 95 508 027/128

7/28

DE 43 45 099 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wellen-Befestigung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs. Anstelle der Wellen-Befestigung kann es sich auch um eine Schaftbefestigung handeln.

Eine solche Wellen- oder Schaftbefestigung ist beispielsweise mit Bezug auf die Befestigung eines Getriebe-Ritzels aus DE 41 34 552 A bekannt. Die Art einer solchen Wellen-Naben-Verbindung ist auch bereits früher schon in DE-OS 23 47 372, DE-OS 23 43 289 und US-PS 4,236,495 beschrieben. Bei Getriebe-Ritzeln und zwar insbesondere bei solchen, die in spielfreien Planetengetrieben eingesetzt sind, ist eine exakte zentrische Befestigung der Ritzelschaftes zwingend notwendig.

Von dem vorgenannten bekannten Stand der Technik ausgehend beschäftigt sich die Erfindung mit dem Problem, die Genauigkeit der zentrischen Aufnahme der zu befestigenden Welle, insbesondere eines Ritzelschaftes, innerhalb des Aufnahmeteiles noch weiter zu erhöhen.

Gelöst wird dieses Problem durch eine Ausführung der gattungsgemäßen Wellen-Befestigung nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs.

Es hat sich gezeigt, daß insbesondere bei Ritzel-Befestigungen in spielfreien Planetengetrieben erst eine solche Verbindung die auf diesem Gebiet gestellten Genauigkeitsanforderungen funktionssicher erfüllt.

Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, die Welle beim Einschneiden des gezahnten Wellenbereiches B in den entsprechenden Bohrungsabschnitt B' des Aufnahmeteiles vor und hinter diesem Abschnitt zentrisch in der Bohrung zu führen. Um dies zu erreichen, sind die Bohrung des Aufnahmeteiles und der Befestigungsbe-  
reich der Welle in jeweils drei Abschnitte A', B', C' bzw. A, B, C aufzuteilen. Dabei müssen die drei Bereiche der Bohrung jeweils unterschiedliche in Fügerichtung abnehmende Durchmesser aufweisen. Bei der Welle müssen lediglich die Bereiche A, B einerseits und C andererseits voneinander unterschiedliche Durchmesser besitzen. Der kleinere Durchmesser entfällt dabei auf den Bereich C. Weichen auch die Durchmesser von den Bereichen A, B voneinander ab, so weist der Bereich B den gegenüber A kleineren Durchmesser auf.

Die Ausführungsform mit durchmessergleichen Wellen-Bereichen A, B läßt gegenüber der Alternative mit drei unterschiedlichen Durchmesserbereichen eine kürzere Baulänge der Verbindung zu. Hierauf wird weiter unten im Rahmen eines konkreten Baulängenvergleiches beider Ausführungsformen noch näher eingegangen werden.

Bezüglich eines Wellenbefestigungsbereiches mit durchmessergleichen Bereichen A, B sei hier daher lediglich auf den grundsätzlichen Unterschied dieser Version gegenüber der alternativen Lösungsvariante mit drei unterschiedlichen Durchmesserbereichen hingewiesen. Dieser besteht darin, daß bei durchmessergleichen Bereichen A, B der gezahnte Bereich B beim Fügen mit zur Zentrierung herangezogen wird. Dies geschieht dadurch, daß die Welle in dem gezahnten Bereich B über ihre Kopfkreisabschnitte solange zentrisch paßgenau in dem Bohrungsbereich A anliegt und geführt wird, bis dieser Bereich B vollständig in den zugehörigen Bohrungsbereich B' eingeschnitten ist. Mit beim Fügen abnehmender Führungslänge des Wellenbereiches B innerhalb des Bohrungsbereiches A' greift mit zunehmender Länge der Wellenbereich A als paßgenaue Zentrierung ein.

Bei der erfindungsgemäßen Wellen-Befestigung kann

das Fügen der miteinander zu verbindenden Teile unter gleichzeitigem Einschneiden des Wellenbereiches B in den zugehörigen Bohrungsbereich B' bei einer Temperatur des betreffenden Wellenbereiches erfolgen, die unterhalb der Temperatur des Aufnahmeteiles liegt. Darauf wird nach Temperaturoausgleich noch ein zusätzlicher Preßsitz zwischen den verbundenen verzahnt ineinandergrifenden Teilen erreicht.

Bei Wellen mit unterschiedlichen Durchmesser-Bereichen A, B, C sind erfindungsgemäß folgende Füge-Varianten möglich.

(a) Bevor der Wellenbereich B in den Bohrungsbereich B' eingeschnitten wird, ist der Wellenbereich C bereits in dem Bohrungsbereich C' zentriert. Die Zentrierung des Wellenbereiches A in dem Bohrungsbereich A' setzt erst nach Beginn, jedoch noch vor dem Ende des Einschneidevorganges ein. Hierzu müssen die einzelnen Längenbereiche folgendermaßen aufeinander abgestimmt sein:

C größer als B' und B + C größer als A' + B'

(b) Bevor der Wellenbereich B in den Bohrungsbereich B' eingeschnitten wird, ist der Wellenbereich A bereits in dem Bohrungsbereich A' zentriert. Die Zentrierung des Wellenbereiches C in dem Bohrungsbereich C' setzt erst nach Beginn, jedoch noch vor dem Ende des Einschneidevorganges ein. Die hierfür erforderliche Längenbereichsabstimmung lautet:

C kleiner als B' und B kleiner als A'

(c) Vor dem bzw. spätestens bei Beginn des Einschneidens des Wellenbereiches B sind die beiden Wellenbereiche A und C bereits zentriert. Dies ist der Fall, wenn

B kleiner/gleich A' und C größer/gleich B

Bei durchmessergleichen Wellenbereichen A, B sind folgende zwei Füge-Varianten möglich.

(a) Der Wellenbereich B zentriert als erstes in dem Bohrungsbereich A. Eine Zentrierung des Wellenbereiches C beginnt erst nach einem Einschneiden des Schneidvorgangs in dem Bohrungsbereich B'. Die Zentrierung des Wellenbereiches A setzt erst nach Beginn des Einschneidens des Wellenbereiches B in den Bohrungsbereich B' ein. Die Bedingung für diese Ausführung lautet

C kleiner als B'.

(b) Das Einschneiden des Wellenbereiches B erfolgt bei gleichzeitiger Zentrierung der Wellenbereiche B und/oder A einerseits und C andererseits. Dies setzt voraus, daß

C größer als B'.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt.

Es zeigen

Fig. 1 die Ansicht eines Ritzels mit drei durchmessermäßig unterschiedlichen zur Befestigung dienenden Schaftbereichen,

Fig. 2 einen Schnitt durch die Bohrung eines Aufnahmeteils zur Aufnahme des Ritzelschaftes nach Fig. 1.

Fig. 3 einen Schnitt durch einen teilweise in die Bohrung eines Aufnahmeteiles eingeführten Ritzelschaft,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen in die Bohrung eines Aufnahmeteiles vollständig eingefügten Ritzelschaftes,

Fig. 5-8 eine den Fig. 1-4 entsprechende Darstellung einer Ritzelschaftbefestigung, bei der der Ritzelschaft lediglich zwei durchmessermäßig unterschiedliche Schaftbereiche aufweist.

Bei den dargestellten Wellen- bzw. Schaftbefestigungen geht es um den Spezialfall einer zentrisch paßgenauen Ritzelschaft-Befestigung bei der Herstellung eines spielfreien Planetengetriebes. Hierfür ist jeweils ein Ritzel 1 mit einem Schaft 2 versehen.

Mit dem Schaft 2 ist das Ritzel 1 paßgenau in die Bohrung 3 eines Aufnahmeteiles 4 eingefügt.

Der Schaft 2 ist der Länge nach in drei Teilbereiche aufgeteilt, und zwar von seinem freien Ende aus gesehen in einen ersten Paß-Bereich C, einen darauf folgenden gezahnten Bereich B sowie einen direkt an das Ritzel 1 anschließenden Paß-Bereich A.

Die Bohrung 3 des Aufnahmeteiles ist in Bereiche A', B', C', die funktionsmäßig den Schaftbereichen A, B, C entsprechen, aufgeteilt, wobei deren Durchmesser in alphabetischer Reihenfolge dieser Bereiche gesehen jeweils abnehmen.

Während die Bereiche A', B', C' der Bohrung 3 jeweils unterschiedliche sich im vorgenannten Sinne verkleinernde Durchmesser haben müssen, gibt es bei der Gestaltung der Schaftbereiche des Ritzels 1 zwei Ausführungsvarianten.

Im folgenden wird zunächst auf die in den Fig. 1-4 gezeigte Ausführungsform eingegangen, bei der sämtliche drei Schaft-Bereiche A, B, C unterschiedliche Durchmesser besitzen. Bei dieser Ausführungsform erfolgt das Einschneiden des Wellenbereiches B in den zugehörigen Bohrungsbereich B' bei gleichzeitiger, bereits vor dem Beginn des Einschneidens gegebener, Wellenzentrierung in den Bereichen A und C.

Um den gezahnten, speziell gerändelten, Bereich B des Schaftes 2 bei einer zentrierten Führung der Nachbarbereiche A und C in den zugehörigen Bohrungsbereichen A' und C' mit einer vorgebbaren Führungslänge z einschneiden zu können, muß die Länge des Bereiches C um dieses Maß z größer als die Länge des Bohrungsbereiches B' sein. Weiterhin muß B kleiner als A' sein.

Bei einer konkreten Ausführung ergeben sich bei einer aus Festigkeitsgründen vorgegebenen Breite der gezahnten Verbindungsbereiches B, B' mit  $B = 4 \text{ mm}$ ,  $B' = (4 \text{ mm Verzahnungsbreite} + s = 1 \text{ mm Spannut vor dem Übergang zu dem Bohrungsbereich C'})$  und einer gewünschten Zentrier-Führungslänge von mindestens  $z = 3 \text{ mm}$  in jedem der Wellenbereiche A und C folgende Einzel- und Gesamtängen:

$$C = B + z = 5 + 3 = 8 \text{ mm}$$

$$A' = B + z = 4 + 3 = 7 \text{ mm}$$

$$C' = C - s = 8 - 1 = 7 \text{ mm}$$

$$B' = B + s = 4 + 1 = 5 \text{ mm}$$

$$A = A'$$

Daraus ergeben sich als gemeinsame Gesamtängen für die gestuften Bohrungsbereiche:

$$L1 = A' + B' + C' = 7 + 5 + 7 = 19 \text{ mm}$$

und für die gestuften Wellenbereiche:

$$L1' = A + B + C = 7 + 4 + 8 = 19 \text{ mm}$$

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 5-8 sind die Bereiche A und B des Schaftes 2 durchmessergleich.

Gegenüber der oben beschriebenen ersten Alternative läßt sich mit dieser Ausführung eine kürzere Gesamtlänge der Verbindung erreichen. Des weiteren ist eine gemeinsame Bearbeitung der gleichen Außendurchmesser der Bereiche A und B möglich.

Unter den bei der ersten Alternative angesetzten Voraussetzungen, d. h. einer aus Festigkeitsgründen vorgegebenen Verzahnungsbreite B, B' mit  $B = 4 \text{ mm}$ ,  $B' = (4 \text{ mm Verzahnungsbreite} + s = 1 \text{ mm Spannut vor dem Übergang zu dem Bohrungsbereich C'})$  und einer gewünschten Zentrier-Führungslänge von mindestens  $z = 3 \text{ mm}$  in jedem der Wellenbereiche A und B einerseits und C andererseits ergeben sich folgende Bereichsbreiten:

$$C = B + z = 5 + 3 = 8 \text{ mm}$$

$$A' = z = A = 3 \text{ mm}$$

$$C' = C - s = 8 - 1 = 7 \text{ mm}$$

$$B' = B + s = 4 + 1 = 5 \text{ mm}$$

Hieraus ergeben sich als Gesamtlängen für die Bohrung:

$$L2 = A' + B' + C' = 3 + 5 + 7 = 15 \text{ mm}$$

und für die Welle

$$L2' = A + B + C = 3 + 4 + 8 = 15 \text{ mm}$$

Verglichen mit der Gesamtlänge L1 aus der ersten alternativen Lösung nach den Fig. 1-4 läßt sich bei der zweiten Alternative nach den Fig. 5-8 eine Baulängenverkürzung der Aufnahmebohrung von im vorliegenden konkreten Fall 4 mm erzielen, d. h. um 21%. Die in anderen Fällen zu erzielende Baulängenverkürzung hängt jeweils von den Ausgangsmaßen für B und z ab und weicht daher jeweils von dem vorgenannten Prozentsatz ab. Eine Verkürzung ergibt sich jedoch in jedem Fall.

Erreicht wird die vorgenannte Baulängenverkürzung dadurch, daß der gezahnte Bereich B des Schaftes über seinen Kopfkreis mit zur zentrierten Führung herangezogen wird. Dadurch braucht der Bereich A' der Bohrung 3 nur auf das Maß der Führungslänge z ausgelegt zu werden. Damit kann auch der Bereich A des Schaftes 2 entsprechend kurz sein.

#### Patentanspruch

Wellen-Befestigung in einer Bohrung eines Aufnahmeteiles, bei der die Welle über einen an ihr gezahnten, insbesondere gerändelten Bereich B, in einen Bereich B' der Bohrung formschlüssig eingeschnitten ist und bei der an der Welle in Fügerichtung vor dem gezahnten Bereich B ein paßgenau in einen Bereich C' der Bohrung eingreifender Paßabschnitt C vorhanden ist, wobei die buchstabengleichen Bereiche B, B' bzw. C, C' der Welle und Bohrung bei in der Bohrung befestigter Welle aufeinanderliegen, gekennzeichnet durch die Merkmale:

a. die Bohrung (3) ist in drei axial aneinander grenzende Bereiche A', B', C' mit gegeneinander kleiner werdenden Durchmessern aufgeteilt, beginnend mit dem Bereich A' mit

größtem Durchmesser, in den die Welle (Schaft 2) mit ihrem Bereich C zuerst eingeführt wird,

b. die Welle (Schaft 2) besitzt ebenfalls drei axial aneinandergrenzende Bereiche A, B, C, 5 die in befestigtem Zustand den buchstaben gleichen Bereichen der Bohrung (3) zugeordnet sind,

c. der Durchmesser des Bereiches C der Welle (Schaft 2) ist kleiner als die Außen-Durchmesser 10 der beiden anderen Bereiche A, B,

d. der Außen-Durchmesser des Wellen-Bereiches B ist kleiner oder gleich dem Durchmesser des Bohrungs-Bereiches A',

e. die Wellenbereiche A und C liegen paßgenau 15 in den zugehörigen Bohrungsbereichen A' und C' an.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

X Fig. 1

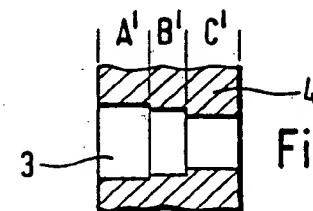
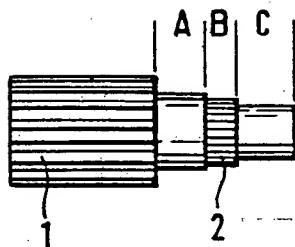


Fig. 2

Fig. 3

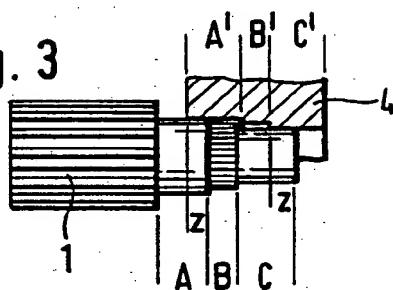


Fig. 4

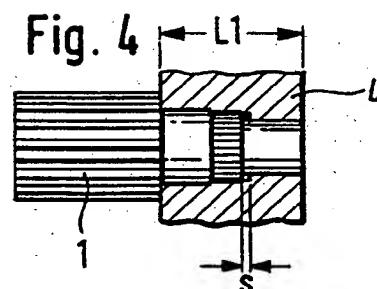


Fig. 5 A B C

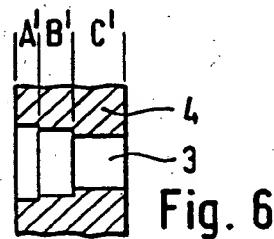
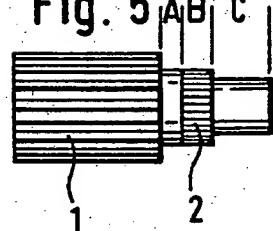


Fig. 6

Fig. 7

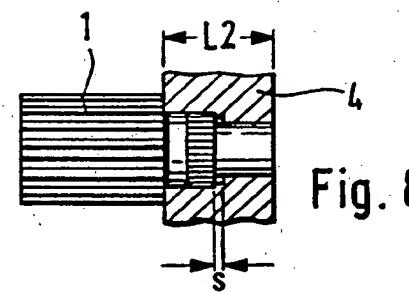
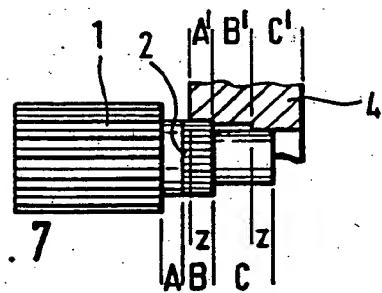


Fig. 8